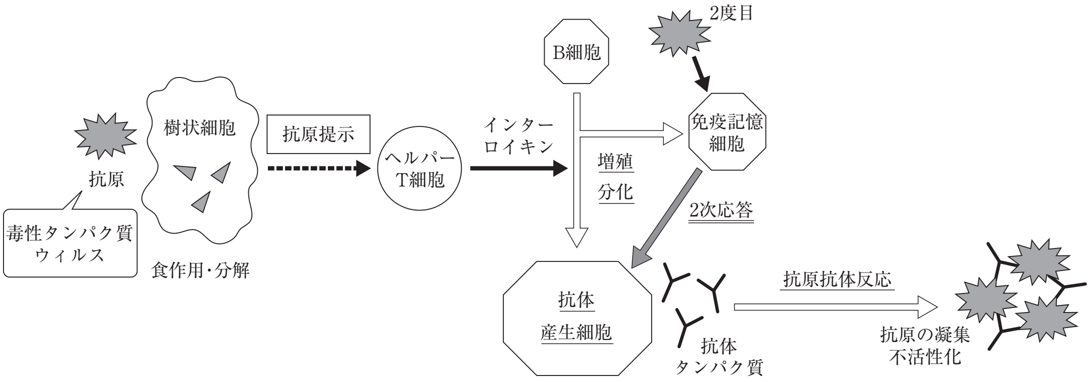
第34講　免疫系①

■生体防御

◆白血球　…　免疫に寄与する血球

白血球
- 樹状細胞，マクロファージ　…　内部にリソソーム発達，食作用によって異物を分解，インターロイキンによって自然免疫を活性化させるとともに，獲得免疫の引き金となる。
- リンパ球
  - B細胞　→骨髄(Bone marrow)の造血幹細胞に由来，骨髄にて分化，抗体産生細胞に分化する。
  - T細胞　→骨髄の造血幹細胞に由来，胸腺(Thymus)にて分化，獲得免疫全体に大きく寄与する。
  - NK細胞（ナチュラルキラー細胞）　→ガンなどの腫瘍細胞や，ウィルスに感染した細胞を攻撃する。

■体液性免疫



・体内に侵入した抗原は樹状細胞(マクロファージ)によって補食され，その一部が細胞表面に提示される。
・ヘルパーT細胞は提示された情報をもとに，特定のB細胞を活性化，抗体産生細胞への分化を促す。
・抗体は特異的に抗原と結合することで抗原を不活性化，凝集，感染能を喪失させる。
・B細胞などのリンパ球の一部が免疫記憶細胞として，体内に長く残る。
・２度目以降の抗原侵入の際，記憶細胞が反応し，速やかに増殖，抗体産生細胞への分化が行われる2次応答が起こる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

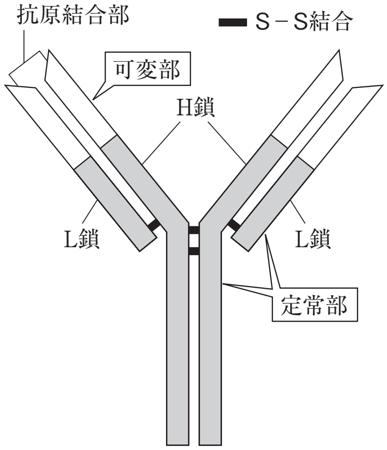
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆ワクチン療法と血清療法

ワクチン療法 … 毒性を弱めたり，無毒化した抗原(ワクチン)をあらかじめ接種することで人為的に免疫記憶を起こさせ，以後の感染や重篤な発症を防ぐ。

血清療法 … 大型の動物にあらかじめ抗原を注射し，抗体を産生させる。この抗体を含んだ血液を凝固させた上澄みである血清を，ヒトに注射することで症状を緩和する。

◆抗体 … 主成分は免疫グロブリン(γグロブリン)
２本ずつのＨ鎖とＬ鎖からなり，可変部にて特定の抗原と特異的に結合する。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　演習問題

免疫についての次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

ヒトのからだには，異物の侵入を妨げたり，侵入した異物を排除するさまざまな生体防御の仕組みが備わっている。この仕組みには，侵入した異物に対して特異性のない[1]と極めて特異性の高い[2]の二つがある。後者はさらにその仕組みの違いによって，[3]と[4]とに分けられる。[4]において中心的な役割を果たすのは抗体である。[5]が異物を取り込んで分解し，その断片を細胞表面に提示する。異物断片に特異的に反応する[6]は活性化され，その異物断片に対応した受容体をもつ[7]を刺激する。刺激された[7]は増殖しながら[8]へと分化し，異物に対応する抗体を産生する。また，[7]の一部は[9]として長く体内に留まる。

抗体はY字型をしたタンパク質で，H鎖とL鎖がそれぞれ2本ずつの合計4本の鎖から構成されている。タンパク質は[10]が[11]結合によって多数結合したものである。抗体分子のように複数の鎖がまとまって特定の立体構造をとることができるのは，さまざまな[10]の間で形成される[12]結合や[10]の一つである[13]同士の[14]結合によって互いに結びつけられているからである。

問1　文中の[1]～[4]に最も適切な語をそれぞれ答えなさい。

①　獲得免疫(後天性免疫)　　②　細胞性免疫
③　自然免疫(先天性免疫)　　④　受動免疫
⑤　体液性免疫　　⑥　能動免疫

問2　文中の[5]～[9]に最も適切な語をそれぞれ答えなさい。

①　ES細胞　　②　記憶細胞
③　キラーT細胞　　④　抗体産生細胞
⑤　好中球　　⑥　B細胞
⑦　ヘルパーT細胞　　⑧　マクロファージ
⑨　マスト細胞(肥満細胞)

問3　文中の[10]～[14]に最も適切な語をそれぞれ答えなさい。

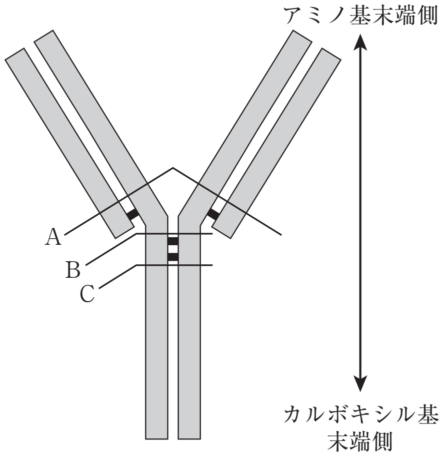
①　アミノ酸　　②　アルギニン
③　S－S　　④　グリセリン
⑤　高エネルギーリン酸　　⑥　システイン
⑦　脂肪酸　　⑧　水素
⑨　ヌクレオチド　　⑩　ヒスチジン
⑪　ペプチド

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　抗体分子の構造と各部分のはたらきを調べるために，抗体をタンパク質分解酵素によって分解したところ，以下のような結果が得られた。この結果について以下の問いに答えなさい。なお，図1の各鎖を結ぶ太線は，[14]結合を示し，実験操作によって[14]結合は切れないものとする。

図1



［実験Ⅰ］　消化酵素であるペプシンで処理すると，異物を凝集させるはたらきは変わらなかったが，細胞に異物を取り込ませるはたらきは失われた。

［実験Ⅱ］　タンパク質分解酵素の一つであるパパインで処理すると，抗体分子はほぼ同じ大きさの三つの断片に分かれた。また[14]結合を切る操作を行っても結果は変わらなかった。

1．ペプシンが作用して切断する部位として最も適切なものを答えなさい。
①　A　　②　B　　③　C

2．パパインが作用して切断する部位として最も適切なものを答えなさい。
①　A　　②　B　　③　C

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

３．抗体をパパインで処理すると，異物と結合するはたらきと，異物を凝集させるはたらきはそれぞれ処理前と比較してどのようになると推測されるか，最も適切なものを答えなさい。

① どちらも変わらない。

② 異物を凝集させるはたらきは失われるが，異物と結合するはたらきは変わらない。

③ 異物と結合するはたらきは失われるが，異物を凝集させるはたらきは変わらない。

④ 異物と結合するはたらきは強められるが，異物を凝集させるはたらきは変わらない。

⑤ どちらも失われる。

⑥ どちらも強められる。

４．抗体の異物と結合するはたらきと異物を凝集させるはたらきについて，最も適切な組み合わせを答えなさい。

Ａ．異物と結合するはたらきは，Ｈ鎖が対になった部分のカルボキシル基末端側にある。

Ｂ．異物と結合するはたらきは，Ｈ鎖とＬ鎖が対になった部分のアミノ基末端側にある。

Ｃ．異物と結合するはたらきは，Ｈ鎖とＬ鎖が対になった部分のカルボキシル基末端側にある。

Ｄ．抗体が異物を凝集させるのは，抗体分子の２ヵ所に異物と結合する部位が存在するからである。

Ｅ．抗体が異物を凝集させるのは，異物と結合した抗体分子のカルボキシル基末端側に変化が起こり，他の抗体分子と互いに結合するからである。

① Ａ，Ｄ　② Ａ，Ｅ　③ Ｂ，Ｄ　④ Ｂ，Ｅ

⑤ Ｃ，Ｄ　⑥ Ｃ，Ｅ

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　確認テスト

ヒトのからだには，病原性微生物や有害物質を排除する様々なしくみがある。たとえば，鼻腔粘膜に付着した微生物は，粘液中のリゾチームによって破壊される。また，体内に侵入した異物は，白血球の一種である[1]や好中球の[2]によって処理される。さらに，ヒトなどの脊椎動物では[3]が中心になり，異物や病原性微生物に感染した細胞を非自己として認識・排除する[4]が発達している。[4]は，しくみの違いによって[5]と[6]に分けられる。[5]では，体内に異物が侵入すると，それを食べた[1]が異物に含まれる物質を抗原として認識し，その情報をある種の[7]に伝える。次に，この[7]に刺激された[8]は，増殖して[9]に分化し，血液中に抗体を分泌する。抗体は抗原に出合うと結合し，抗原のはたらきを失わせる。[8]の一部は抗原情報を記憶して体内に残り，再び同じ抗原が侵入すると，一度目よりも早く分化して大量の抗体を産生する。

問１　文中の[1]～[9]にあてはまる語として最も適当なものを，次の①～⑧からそれぞれ選べ。

①　アレルギー反応	②　拒絶反応
③　抗原抗体反応	④　解毒作用
⑤　細胞性免疫	⑥　食作用
⑦　体液性免疫	⑧　免疫
⑨　B細胞	⑩　T細胞
⑪　抗体産生細胞	⑫　上皮細胞
⑬　受容体	⑭　バクテリオファージ
⑮　標的細胞	⑯　マクロファージ
⑰　免疫記憶細胞	⑱　リンパ球

問２　次のア～オについて最も適当なものを，あとの①～⑯からそれぞれ選べ。

ア．抗体としてはたらくタンパク質は何と呼ばれるか。

イ．[5]を利用した病気の予防法に使われる抗原は何と呼ばれるか。

ウ．動物につくらせた抗体を注射し，病気を治療する方法は何と呼ばれるか。

エ．他人の臓器を移植したときに，移植臓器の定着を妨げる現象は何と呼ばれるか。

オ．結核菌の培養液を皮下に注射したときに赤くはれる現象は何と呼ばれるか。

①　アルブミン	②　免疫グロブリン	③　トロンビン
④　フィブリノーゲン	⑤　フィブリン	⑥　アレルギー
⑦　ヒストン	⑧　ワクチン	⑨　血清療法
⑩　予防接種	⑪　解毒作用	⑫　拒絶反応
⑬　血液凝固	⑭　酵素反応	⑮　先体反応
⑯　ツベルクリン反応		

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　皮膚や粘膜は，病原体の侵入を防ぐ重要なはたらきとして正しいものを2つ選べ。

① 血液凝固によって生じた血餅(けっぺい)には細菌の侵入を防ぐ作用もある。

② 皮膚の角質層は，多くの殺菌物質を分泌するので細菌が増殖しにくい。

③ 皮膚の角質層は死細胞の層で，常に置き換わるので細菌が取りつきにくい。

④ 汗は病原菌を増殖させてしまうので，皮膚を常に乾燥させておく必要がある。

⑤ 鼻の粘液に含まれるリゾチームという酵素が，細菌の核酸を分解して感染を防いでいる。

⑥ 涙の中に含まれるリゾチームという酵素が，ウイルスの核酸を分解して感染を防いでいる。

問4　次の文(A～F)は，皮膚や粘膜を突破して体内に侵入した病原菌が処理されるまでの経過を記したものである。生体防御の反応が進行する順序として最も適当なものを，あとの①～⑨からそれぞれ選べ。

A　抗原を認識したT細胞は増殖し，インターロイキンとよばれる物質を分泌する。

B　同じ抗原を認識するB細胞が活性化して増殖し，多量の抗体を分泌する。

C　マクロファージが抗原を貪食(どんしょく)する。

D　抗原と抗体とが特異的に結合する。

E　分解された異物の一部がマクロファージの表面に提示される。

F　マクロファージが効率的に抗原を貪食できるようになる。

① A⇒B⇒C⇒D⇒E⇒F　　② A⇒C⇒B⇒D⇒E⇒F

③ A⇒B⇒D⇒C⇒E⇒F　　④ B⇒A⇒C⇒D⇒E⇒F

⑤ B⇒A⇒D⇒C⇒E⇒F　　⑥ B⇒A⇒C⇒E⇒D⇒F

⑦ C⇒A⇒B⇒E⇒D⇒F　　⑧ C⇒E⇒B⇒A⇒D⇒F

⑨ C⇒E⇒A⇒B⇒D⇒F

問5　抗体産生細胞に関する記述として<u>誤っているもの</u>を次の①～⑤から選べ。

① 抗体産生細胞には，粗面小胞体が発達している。

② 1個の抗体産生細胞は，複数の抗原特異性をもつ抗体を分泌する。

③ 体内には，抗原特異性の異なる多種類のB細胞が多数存在している。

④ B細胞は細胞表面に発現している受容体を用いて抗原を認識している。

⑤ 抗原の刺激によって増殖したリンパ球の一部は，長期にわたり体内に残る。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　演習問題

問１	1	③	2	①	3	②	4	⑤		
問２	5	⑧	6	⑦	7	⑥	8	④	9	②
問３	10	①	11	⑪	12	⑧	13	⑥	14	③
問４	1	③	2	②	3	②	4	③		

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　確認テスト

問１　[1] ⑯　[2] ⑥　[3] ⑱　[4] ⑧
　　　[5] ⑦　[6] ⑤　[7] ⑩　[8] ⑨　[9] ⑪

問２　ア　②　イ　⑧　ウ　⑨　エ　⑫　オ　⑯

問３　①，③　問４　⑨　問５　②

【解説】

問１　ヒトの体内に侵入した抗原は，まずは白血球の一種であるマクロファージや樹状細胞，好中球の非特異的な食作用によって取り込まれ，内部で分解される。さらにＢ細胞やＴ細胞などのリンパ球による特異的な免疫によって，非自己は効率的に排除される。リンパ球によるこの免疫は特に獲得免疫と呼ばれ，体液性免疫と細胞性免疫に分けられる。体液性免疫では，マクロファージが抗原の情報を細胞表面に提示しヘルパーＴ細胞に伝える。このヘルパーＴ細胞から分泌されるインターロイキンの刺激によってＢ細胞が抗体産生細胞に分化し，抗体産生細胞は抗原と特異的に結合する抗体を分泌することで，抗原を不活性化する。

問２　ア．抗体は免疫グロブリンと呼ばれるタンパク質を主成分としている。イ．あらかじめ弱毒化した抗原を接種することで，病気の予防を行う治療はワクチン療法と呼ばれる。この時に使われる弱毒化した抗原をワクチンと呼ぶ。ウ．大型の動物に抗原を接種しあらかじめ抗体を産生させ，その抗体を含む血清を注射することで症状を緩和させる治療法を血清療法と呼ぶ。エ．細胞の表面には個体固有のタンパク質複合体(MHC)が存在し，その複合体が一致しない場合は移植片に対して拒絶反応が起きる。オ．結核菌の培養液を注射した場合，あらかじめ結核菌の感染を経験していると赤くはれる。これはツベルクリン反応と呼ばれ，この反応を利用して結核菌の感染の有無を確認する。

問３　血液凝固によってできる血餅(かさぶた)のおかげで，外部から血管内に雑菌が侵入するのを防ぐことができる。皮膚の最外層である表皮は扁平な多層上皮で，最外層の角質は死細胞が積み重なっている。角質は常に下側から押し上げられ，少しずつ剥がれ落ちることで表面がクリーンに保たれている。ゆえに，①，③が正しい。②について，角質は死細胞の層なので分泌は行わない。⑤，⑥について，リゾチームは細菌の細胞壁を分解することで，感染を防いでいる。

問４　問１の解説より，Ｃ→Ｅ→Ａ→Ｂ→Ｄまでは判断できる。さらに抗体の定常部にはマクロファージを誘引する効果があるため，抗体と結合した抗原はマクロファージによって効率的に除去される。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　１個の抗体産生細胞は特定の抗原に結合する１種類の抗体のみを産生する。多様な抗体は，あらかじめ多様な抗体産生細胞が存在することで産生される。ゆえに，②が不適切な内容となる。①について，抗体は細胞外に分泌されるタンパク質なので，その分泌の経路である粗面小胞体やゴルジ体が発達している。④について，Ｂ細胞の表面にも抗体分子が発現しており，それを利用して抗原を認識している。⑤について，ヘルパーＴ細胞によって活性化されたＢ細胞やＴ細胞の一部は免疫記憶細胞として二次応答のために体内に長く留まる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。